

# 智能驾驶功能软件平台设计规范

## 第三部分：预测功能服务接口

版本：1.0

2020-07-29 发布

## 目 次

1 规范应用范围.....	1
2 规范引用文件.....	2
3 缩略语.....	3
4 预测功能概述.....	4
5 预测功能接口.....	6
5.1 行为预测服务接口.....	6
5.2 轨迹预测服务接口.....	6
6 数据结构定义.....	7
6.1 标准元数据头.....	7
6.2 行为预测数据.....	7
6.3 轨迹预测数据.....	9
6.4 单个交通参与者轨迹预测数据.....	10
6.5 轨迹点信息.....	10
附录 A .....	12
A.1 数据结构描述 .....	12
A.2 行为预测服务接口 .....	13
A.3 轨迹预测服务接口 .....	14

## 编制说明

高级别智能驾驶是一项庞大的系统工程，是多个领域前沿技术的融合体，其中涵盖芯片、操作系统、通信和云等 ICT 技术，感知、推理、决策控制等智能算法技术，以及驱动、转向、制动等车辆底层控制技术。目前，高级别智能驾驶还处于成熟前夜，亟需跨产业紧密合作来解决所面临的技术困难，全产业链合力共同促进智能驾驶产业的发展。

根据《车载智能计算基础平台参考架构 1.0》（2019 年）中关于车载计算平台架构的描述，车载计算平台自底向上可以划分为硬件平台、系统软件、功能软件和应用软件等四层。功能软件层包含感知融合、定位、预测和决策规划等核心功能和算法模块，通过北向 API 接口承载智能驾驶场景应用，是智能驾驶系统的核心部分。

本规范旨在通过联合业内优势企业，构建一个标准化的功能软件平台，定义功能软件层的系统架构以及功能模块和算法组件之间的逻辑服务接口，希望针对行业的紧急需求达成共识，从而可以明确产业分工和边界，缩短智能驾驶系统的开发周期并降低系统集成成本。

本规范参加编制单位：

北汽(北京)智能网联汽车研究院有限公司、华为技术有限公司、中国软件评测中心、中国第一汽车集团公司、东风汽车集团有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司商用车技术中心、广州汽车集团股份有限公司、吉利汽车研究院（宁波）有限公司、北京汽车研究总院有限公司、开沃新能源汽车集团有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、禾多科技（北京）有限公司、湖南湘江智芯云途科技有限公司、长沙智能驾驶研究院有限公司、畅加风行（苏州）智能科技有限公司

## 1 规范应用范围

本规范规定了智能驾驶功能软件平台的预测功能服务接口。

本规范适用于设计开发 GB/T 《汽车驾驶自动化分级》 [2]所定义的 2 级及以上的驾驶自动化系统即智能驾驶系统。

## 2 规范引用文件

本规范的引用和参考文件见下表：

- [1] GB/T 《汽车驾驶自动化分级》
- [2] 智能驾驶功能软件平台设计规范 第一部分：系统架构
- [3] 智能驾驶功能软件平台设计规范 第二部分：感知融合功能服务接口
- [4] 智能驾驶功能软件平台设计规范 第四部分：定位功能服务接口
- [5] 智能驾驶功能软件平台设计规范 第五部分：决策规划功能服务接口

### 3 缩略语

文档中可能使用到的缩写说明如下所示：

缩略语	英文全名	中文解释
AD	Autonomous Driving	自动驾驶
ADAS	Advanced driver-assistance systems	高级辅助驾驶系统
SAE	Society of Automotive Engineers	国际汽车工程师学会
ODD	Operational Design Domain	设计运行区域

## 4 预测功能概述

智能驾驶功能软件平台基于不同厂商的技术实现方案进行功能抽象，共分为传感器抽象功能、感知融合功能、预测功能、决策规划功能、定位功能和执行器抽象功能等 6 个功能模块。主机厂基于自身策略，在设计和开发功能软件时可以选择不同的功能模块和算法组件，实现拼插式功能组合，灵活构建智能驾驶系统级解决方案。

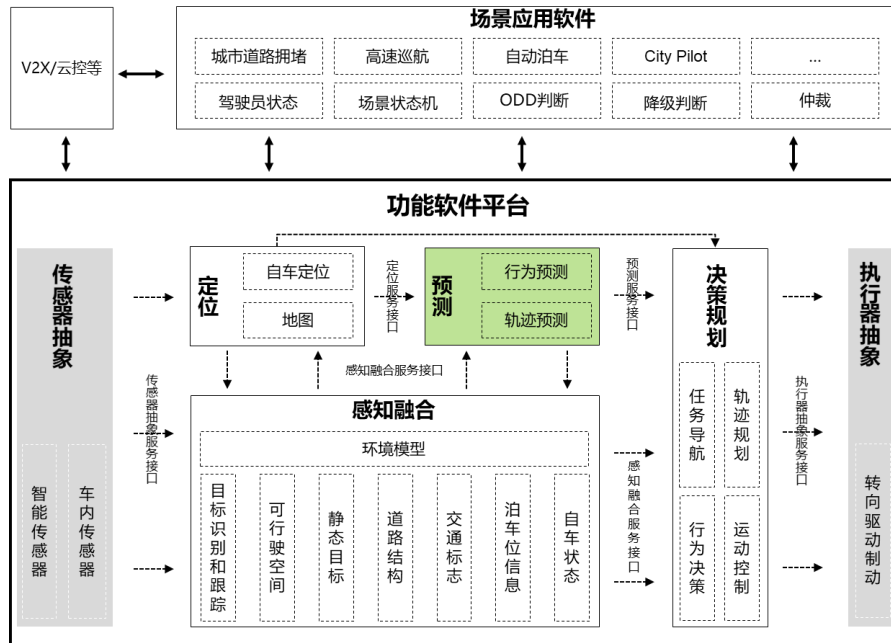


图 1 智能驾驶功能软件平台架构

预测功能是指根据高精度地图、定位服务、感知融合服务提供的自车位置和周边的环境模型，来针对当前场景下其它交通参与者的行为模式进行分析，并评估其未来一段时间范围内的轨迹走向，以此提升智能驾驶系统在复杂场景下决策规划的能力。

表 1 预测功能服务

接口名称	依赖信息	接口信息
行为预测服务接口	感知融合功能服务接口、高精度地图、自车定位服务接口、自车状态服务接口、V2X	包括行人、机动车在内的交通参与者意图判断，包括横穿、变道、左转、右转、掉头、巡航、加速、减速等
轨迹预测服务接口	行为预测服务接口，感知融合功能服务接口、高精度地	包括行人、机动车在内的交通参与者未来 n 秒内轨迹预

	图、自车定位服务接口、自车状态服务接口、V2X	判
--	-------------------------	---



## 5 预测功能接口

本规范规定了预测功能服务的逻辑接口，定义了服务所提供信息的语义和数据类型，逻辑接口主要由数据包头和数据体两部分组成。

- 数据格式 Integer 表示整数类型，Float 表示实数类型；
- 可选必选列表明信号在接口中是否必选，M 代表必选，O 代表可选。

### 5.1 行为预测服务接口

行为预测服务接口主要提供交通参与者的未来行为预测服务，其中交通参与者包括车辆、行人、非机动车等，行为包括左转、右转、调头、变道、通过马路等。

表 2 行为预测服务接口

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Header	数据包头	0			M
BehaviorPredictions	交通参与者行为预测集合	BehaviorPredictionMeta 数组		[1...MaxNoBehaviorPredictions]	M
>BehaviorPredictionMeta	交通参与者行为预测数据	6.2			M
取值范围边界		说明			
MaxNoBehaviorPredictions		最大目标跟踪个数			

### 5.2 轨迹预测服务接口

轨迹预测服务接口提供所有跟踪目标在接下来若干秒的具体轨迹信息输出，并对每条轨迹的可能性以概率描述。

表 5-3 轨迹预测服务接口

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Header	数据包头	0			M
TrajectoryPredictions	交通参与者轨迹预测	TrajectoryPredictionMeta 数组			M
>TrajectoryPredictionMeta	交通参与者轨迹信息	0			

## 6 数据结构定义

### 6.1 标准元数据头

标准元数据包头是预测功能服务的通用包头，主要包含算法组件信息、版本信息，序列号、时间戳、采用坐标系信息，模块状态信息等。

表 3 数据包头

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
Header	标准元数据头	结构体			
>ModuleID	算法组件名称	Integer	1		M
>Version ID	模块版本号	结构体			M
>>Major	主版本号	Integer	1		M
>>Minor	辅版本号	Integer	1		M
>>Patch	补丁号	Integer	1		M
>SequenceNum	序列号	UInt64	1		M
>TimeStamp	时间戳	结构体			M
>>TimeStampS	时间戳整秒	UInt64	s		M
>>TimeStampNs	时间戳纳秒	UInt64	ns		M
>Frame	坐标系	枚举	1	0:notapplicable;1:VCS; 2:WGS84; 3:UTM	M
>Status	模块状态	枚举	1	0:good;1:med;2:failure	M

### 6.2 行为预测数据

行为预测数据提供了对感知融合功能模块中跟踪目标的行为预测判断，包括目标标识，持续时间和对目标行为的预测。

表 4 行为预测数据

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
BehaviorPredictionMeta	行为预测元数据	结构体			
>ObjectsID	交通参与者编	Integer	1		M

	号，同目标检测和跟踪服务接口中目标编号				
>BehaviorPredictionType	行为预测集合	枚举		0:UNKNOWN; 1:STOP; 2:STATIONARY; 3:MOVING; 4:C_CHANGE_LANE_LEFT 5:C_CHANGE_LANE_RIGHT 6:C_CONSTANT_SPEED 7:C_SLOW_ACCELERATION 8:C_HIGH_ACCELERATION 9:C_SLOW_DECELERATION 10:C_HIGH_DECELERATION 11:C_TURN_LEFT 12:C_TURN_RIGHT 13:P_WAITING 14:P_ACROSSING 15:P_APPROACH 16:P_DEPART	M
>BehaviorProbability	行为预测概率	Float	%	[0..100]	M
>Period	预测持续时间	Float	s	0~10	M

### 6.3 轨迹预测数据

轨迹预测数据提供了对感知融合功能模块中跟踪目标的轨迹预测判断，包括目标标识，持续时间，对目标行为轨迹的预测。

表 5 轨迹预测数据

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
TrajectoryPredictionMeta	轨迹预测元数据	结构体			
>ObjectsID	交通参与者编号，同目标检测和跟踪服务接口中目标编号	Integer		0~2 <sup>32</sup> -1	M
>TimeStart	轨迹起始时间	Float	s		M
>Period	预测持续时间	Float	s	[0..10]	M
>BehaviorPredictionType	行为预测集合	枚举	1	0:UNKNOWN; 1:STOP; 2:STATIONARY; 3:MOVING; 4:C_CHANGE_LANE_LEFT 5:C_CHANGE_LANE_RIGHT 6:C_CONSTANT_SPEED 7:C_SLOW_ACCELERATION 8:C_HIGH_ACCELERATION 9:C_SLOW_DECELERATI	O

				ON 10:C_HIGH_DECELERATI ON 11:C_TURN_LEFT 12:C_TURN_RIGHT 13:P_WAITING 14:P_ACROSSING 15:P_APPROACH 16:P_DEPART	
>ValidTrajs	该交通参与者对应的所有可能运动轨迹	TrajectoryP 数组			M
>>TrajectoryP	交通参与者的轨迹信息	6.4			

#### 6.4 单个交通参与者轨迹预测数据

单个交通参与者轨迹预测数据提供了轨迹概率和具体的轨迹信息。

表 6 单个交通参与者轨迹预测数据

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
TrajectoryP	单个交通参与者轨迹预测数据	结构体			
>TrajProbability	轨迹概率	Float	%	[0..100]	M
>ObjectTrajectory	轨迹	ObjectTrajectoryPoint 数组			M
>>ObjectTrajectoryPoint	轨迹点信息	6.5			

#### 6.5 轨迹点信息

轨迹点信息提供了对目标的预测轨迹点位置，时间和方向信息。

表 7 轨迹点信息

信号名称	信号描述	数据类型	单位	取值范围	可选必选
ObjectoryPoint	轨迹点信息	结构体			
>ObjectPoint	目标轨迹点位置，在车体坐标系下	Point2D	{m,m}		M
>ObjectHeading	对应轨迹点目标航向	Float	degree	[0..360]	M
>TimeStamp	目标轨迹点位置对应 GPS 时间	Float	s		M

**附录 A**  
(资料性附录)  
预测功能服务接口 protobuf 描述

**A.1 数据结构描述**

```
// common.proto
message Header{
    required uint32 ModuleID=1;
    message VersionID{
        required uint32 major=1;
        required uint32 minor=2;
        required uint32 patch=3;
    }
    required VersionID vid=2;
    required uint32 sequenceNum=3;
    message timeStamp{
        required uint64 timeStampS=1;
        required uint64 timeStampNs=2;
    }
    required timeStamp TimeStamp=4;
    enum FRAMETYPE{
        NA=0;
        VCS=1;
        WGS84=2;
        UTM=3;
    }
    required FRAMETYPE Frame=5;
    enum STATUS{
        GOOD=0;
        MED=1;
        FAILURE=2;
    }
    required STATUS Status =6;
}

Message BehaviorPredictionMeta{
    required uint32 ObjectsID =1;
    enum BehaviorPredictionType {
        UNKNOWN = 0;
        STOP = 1;
        STATIONARY = 2;
        MOVING = 3;
        C_CHANGE_LANE_LEFT = 4;
    }
}
```

```

        C_CHANGE_LANE_RIGHT = 5;
        C_CONSTANT_SPEED=6;
        C_SLOW_ACCELERATION = 7;
        C_HIGH_ACCELERATION = 8;
        C_SLOW_DECELERATION = 9;
        C_HIGH_DECELERATION = 10;
        C_U_TURN=10;
        C_TURN_LEFT=11;
        C_TURN_RIGHT=12;
        P_WAITING=13;
        P_ACROSSING=14;
        P_APPROACH=15;
        P_DEPART=16;
    }

    Required BehaviorPredictionType type=2;
    Required double BehaviorProbability=3;
    Required double Period=4;
}

Message ObjectTrajectoryPoint{
    Required Point2D ObjectPoint=1;
    Required double ObjectHeading=2;
    Required double TimeStamp=3;
}

Message TrajectoryP{
    Required double TrajProbability=1;
    Repeated ObjectTrajectoryPoint ObjectTrajectory=2;
}

Message TrajectoryPredictionMeta{
    Required uint32 ObjectsID =1;
    Required double TimeStart =2;
    Required double Period=3;
    Optional BehaviorPredictionType type=4;
    Repeated TrajectoryP ValidTrajs=5;
}

```

## A. 2 行为预测服务接口

```

// BehaviorPredictionsService.proto
import common.proto
message BehaviorPredictionsService{
    required Header head=1;
    repeated BehaviorPredictionMeta BehaviorPredictions=2;
}

```



### A. 3 轨迹预测服务接口

```
// TrajectoryPredictionsService.proto
import common.proto
message TrajectoryPredictionsService {
    required Header head=1;
    repeated TrajectoryPredictionMeta TrajPredicts=2;
}
```